



L'invention concerne la désinfection d'un échantillon.

5

Une désinfection s'entend ici comme une action tendant à détruire tout micro-organisme contaminant, en particulier bactérien ou viral, ou bien à en limiter ou à en stopper la prolifération.

10

Un échantillon désigne ici, en général, tout corps, fluide ou solide, à désinfecter. Ainsi, si l'on considère les domaines dentaire, médical et paramédical, auxquels s'applique avantageusement mais non limitativement l'invention, un échantillon pourra par exemple désigner un instrument

15

médico-chirurgical ou bien du sérum physiologique contenu dans un flacon. Par extension le terme "échantillon" pourra aussi désigner un ensemble de corps distincts à désinfecter.

20

On connaît par le brevet français n° 80-01011, publié sous le n° 2 473 889, un procédé de désinfection d'objets au moyen d'un plasma de gaz. On rappelle qu'un plasma est défini comme un mélange, globalement neutre, hors

25

équilibre thermodynamique, d'atomes, de molécules, d'ions en majorité positifs, et d'électrons. On obtient un tel mélange par couplage d'un gaz contenu dans une chambre formant cavité, avec des ondes électromagnétiques de fréquence choisie.

30

Le brevet antérieur précité enseigne de placer l'objet à désinfecter dans la chambre formant cavité afin d'être

au contact direct du plasma. Ainsi, les espèces chargées, c'est-à-dire les ions et les électrons, qui viennent au contact de l'objet à désinfecter, conduisent à deux phénomènes physiques que l'homme de l'art nomme une auto-polarisation et un écoulement de charges négatives. Cependant ces processus physiques peuvent notamment contribuer à une élévation sensible de la température, à une modification superficielle de l'état de la matière constituant l'objet ou, encore, causer des dommages irréversibles, tels qu'une évaporation par pulvérisation cathodique.

L'élévation sensible de la température de l'objet à désinfecter peut être également obtenue par une absorption partielle, par les matériaux dudit objet, de l'énergie du champ électromagnétique dans lequel se trouve placé obligatoirement l'objet.

Ainsi, il apparaît très clairement que la désinfection d'un objet par sa mise en contact direct avec un plasma gazeux pose un problème important, notamment en raison de la température intrinsèque du plasma et de sa composition extrêmement réactive.

La présente invention vise à apporter une solution à ce problème.

Elle a pour but de proposer une désinfection d'un échantillon qui soit rapide et efficace tout en présentant un minimum de risque d'endommagement pour l'échantillon.

Selon une caractéristique générale de l'invention, le procédé de désinfection d'un échantillon comprend les étapes suivantes :

a) on définit une chambre de désinfection à l'intérieur de laquelle on place l'échantillon sur un support,

b) on définit au moins une chambre primaire, jouxtant ladite chambre de désinfection et communiquant avec elle et on génère un plasma à l'intérieur de cette chambre primaire, et,

5

c) on met en contact l'échantillon, pendant un temps choisi, avec un agent désinfectant extrait dudit plasma et circulant à travers ladite chambre de désinfection.

10 L'invention part donc de l'observation surprenante qu'il est possible de désinfecter un échantillon en ne le mettant pas en contact direct avec le plasma. Cette observation va donc à l'encontre de l'idée préconçue, établie de longue date, consistant à penser qu'il est nécessaire de mettre  
15 un échantillon désinfecté dans la chambre même de génération de plasma.

En d'autres termes, l'échantillon est en contact avec un agent désinfectant contenu dans un mélange gazeux,  
20 issu du plasma, mais de nature différente de celle dudit plasma et du gaz utilisé pour la génération de ce plasma. L'utilisation d'un tel mélange gazeux pour la désinfection permet notamment d'éviter un échauffement néfaste de l'échantillon.

25

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée ci-après et des dessins annexés sur lesquels :

30 - la figure 1 représente une coupe longitudinale schématique d'un premier mode de réalisation d'un dispositif de désinfection permettant la mise en oeuvre du procédé selon l'invention ,

35

- la figure 2 est une coupe longitudinale schématique d'un autre mode de réalisation d'une chambre de désinfection ,

5       - la figure 3 est une coupe schématique d'un troisième mode de réalisation d'un dispositif de désinfection permettant la mise en oeuvre du procédé selon l'invention, et,

10       - la figure 4 est une coupe schématique d'un quatrième mode de réalisation d'un dispositif de désinfection.

Les dessins comportent pour l'essentiel des éléments de caractère certain. A ce titre, ils font partie intégrante de la description et pourront non seulement servir à mieux faire comprendre la description détaillée ci-après mais  
15       aussi contribuer, le cas échéant, à la définition de l'invention.

Tel que représenté sur la figure 1, le dispositif de désinfection comporte une chambre de désinfection 1 de forme  
20       parallélépipédique, par exemple en aluminium, comportant une porte 19, dont l'ouverture dans la direction représentée par la flèche F est commandée par exemple par des moyens de déverrouillage 17 tels qu'un électroaimant. L'ouverture de cette porte 19 permet l'introduction, dans la chambre  
25       de désinfection, des échantillons 2 à désinfecter, et leur placement sur des supports 11 tels que des plateaux.

A l'opposé de la porte 19, la chambre de désinfection 1 communique avec une chambre primaire 31 qui la jouxte,  
30       et dans laquelle est généré un plasma gazeux 4. Cette chambre primaire est de forme générale cylindrique en un matériau diélectrique tel que le quartz.

D'une façon générale, on génère le plasma gazeux en couplant  
35       des ondes électromagnétiques choisies dans le domaine

s'étendant depuis les ondes électromagnétiques de fréquence ultrasonores jusqu'aux ondes électromagnétiques hyperfréquence, à un gaz choisi amené dans la chambre primaire 31.

- 5 Le gaz choisi est délivré à partir de bouteilles sous pression 36. La pression et le débit de ce gaz sont réglés par des moyens de contrôle tels que des électrovannes à flux laminaire 37 et une jauge de pression 12 située au niveau de la chambre de désinfection 1.

10

- Avant l'admission du gaz issu des bouteilles 36, la chambre de désinfection, et par conséquent la chambre primaire, sont mis sous vide par des moyens conventionnels de pompage tels qu'une pompe primaire 15. Ces moyens de pompage per-  
15 mettent également d'assurer une circulation gazeuse depuis l'entrée dans la chambre primaire jusqu'à la sortie de la chambre de désinfection. On peut choisir à cet effet une pompe primaire ayant par exemple un débit de  $12 \text{ m}^3/\text{h}$  permettant d'atteindre une pression sous-atmosphérique  
20 d'environ 1 millitorr à 10 torr à l'intérieur de la chambre de désinfection. Bien entendu, il est nécessaire de prévoir des moyens d'étanchéité que l'on n'a pas représenté sur cette figure à des fins de simplification.

- 25 Bien que l'on reviendra plus en détail sur ce point, on peut d'ores et déjà dire que le procédé de désinfection selon l'invention consiste, d'une façon générale, à obtenir hors du plasma, des processus réactionnels entre les micro-organismes à détruire d'une part, et des espèces moléculai-  
30 res, radicalaires et atomiques excitées contenues dans un mélange gazeux issu du plasma mais de nature différente d'autre part. Ces processus réactionnels s'effectuent donc en dehors du plasma lui-même, ce qui évite ainsi la présence d'un champ électromagnétique autour de l'échan-  
35 tillon, et donc son échauffement.

Les processus réactionnels peuvent être une collision entre une espèce moléculaire, radicalaire ou atomique excitée, d'une part, et le micro-organisme d'autre part. La destruction de ce dernier est obtenue soit par un transfert d'énergie de l'espèce excitée vers le micro-organisme, soit par un arrachement d'un ou de plusieurs atomes des molécules constituant les micro-organismes, soit encore par la rupture des liaisons chimiques des chaînes moléculaires constituant les micro-organismes. De tels processus sont appelés réactions physico-chimiques de surface.

Les processus réactionnels peuvent être également l'absorption par le cortège électronique appartenant aux molécules constituant la surface du micro-organisme, du rayonnement ultra-violet émis par la désexcitation radiative des espèces contenues dans le mélange gazeux présent dans la chambre de désinfection. Cette absorption conduit, ainsi, soit à des phénomènes d'ionisation consistant en l'éjection d'au moins un électron du cortège électronique, soit à la dissociation des chaînes moléculaires du micro-organisme avec destruction de celui-ci. Ces processus sont appelés réactions photo-chimiques.

Ces deux types de processus réactionnels peuvent le plus souvent coexister au cours d'un traitement de désinfection et, par leur action conjuguée, apporter un effet de synergie. Ainsi, par exemple, l'action du rayonnement ultra-violet émis entre 3,3 eV et 6,2 eV aura un effet bactéricide sur des acides nucléiques tels que l'acide désoxyribonucléique (ADN), parce qu'il coïncide avec des bandes d'absorption maximale de cet acide. En modifiant superficiellement la couche externe du micro-organisme, la diffusion des espèces excitées vers l'intérieur de celui-ci peut être considérablement accrue et l'on se trouve en présence de réactions physico-chimiques assistées par des réactions photo-chimiques.

Schématiquement, la première couche externe, modifiée par les réactions photochimiques, sera enlevée par des réactions physico-chimiques laissant place à la seconde couche externe qui sera enlevée par ces mêmes réactions et ainsi de suite, jusqu'à la destruction complète du micro-organisme.

L'efficacité de la destruction d'un micro-organisme dépend donc de la nature chimique des espèces du mélange gazeux issu du plasma, de leur niveau d'excitation vibrationnel, de leur flux incident sur la surface du micro-organisme et de la probabilité réactionnelle définie à travers une constante de réaction exprimée  $\text{cm}^3/\text{s}$ .

D'une façon plus générale, cette efficacité de destruction dépend directement des caractéristiques physiques du plasma, comme la densité moyenne de la puissance absorbée par  $\text{cm}^3$ , ou la fréquence d'excitation. Elle dépend également de la nature du ou des gaz admis dans la chambre primaire, ainsi que du temps de résidence moyen d'une molécule de gaz dans le plasma.

On peut montrer que le produit de la densité moyenne de puissance absorbée par un  $\text{cm}^3$  de plasma par le temps de résidence moyen d'une molécule de gaz dans ce plasma est une constante pour des conditions de fonctionnement en pression, en débit gazeux, en puissance d'excitation et pour une section du plasma donnée, la hauteur du plasma étant variable. Ainsi, il ressort que l'optimisation de l'efficacité de désinfection est liée à l'optimisation simultanée de la hauteur du plasma et de la puissance totale absorbée par celui-ci.

Le plasma, généré dans la présente invention, est obtenu par des décharges luminescentes à basse pression dans le gaz en écoulement admis dans la chambre primaire. Ces



plasmas, dits froids, offrent des énergies moyennes des électrons de quelques électronvolts, c'est-à-dire de quelques milliers de degrés Celsius et des énergies moyennes des espèces excitées peu élevées, de quelques fractions d'électronvolts.

Comme évoqué plus haut, le domaine de fréquence des ondes électromagnétiques couplées au gaz s'étend sur une large plage.

D'un point de vue pratique, l'utilisation d'ondes électromagnétiques de fréquence ultrasonore (quelques kHz jusqu'à 1 MHz) ne nécessite aucun système d'accord pour coupler toute l'énergie électromagnétique au plasma. Cependant, les densités électroniques obtenues restent très faibles et inférieures à  $10^8 \text{ cm}^{-3}$ , limitant ainsi la quantité et le degré d'excitation des espèces réactionnelles contenues dans le mélange gazeux issu du plasma.

L'utilisation d'ondes électromagnétiques haute fréquence (1 MHz jusqu'à 100 MHz) nécessite un système d'accord à basse impédance constitué de condensateurs variables et d'inductances, dont l'ajustement est réalisé en minimisant la valeur de la puissance réfléchie lue sur un Wattmètre. La stabilité de l'accord reste très dépendante des conditions de fonctionnement. Les densités électroniques moyennes obtenues avec ce type d'excitation sont de l'ordre de  $10^8$  à  $10^{10} \text{ cm}^{-3}$  et la densité d'espèces réactionnelles est assez satisfaisante. Cependant, l'inconvénient majeur de ce domaine de fréquence est la suppression extrêmement difficile du rayonnement électromagnétique qui perturbe tout dispositif électronique se trouvant à proximité de la chambre primaire.

La génération du plasma peut également s'effectuer, en

utilisant des ondes électromagnétiques hyperfréquence (0,1 GHz jusqu'à 10 GHz). Le couplage de l'énergie au plasma se fait alors, pour des fréquences supérieures à 400 MHz, par des moyens formant guide d'onde. Les densités électroniques peuvent être très élevées, de l'ordre de  $10^{10}$  à  $10^{13} \text{cm}^{-3}$  et la production d'espèces réactionnelles est alors très efficace.

Le couplage de l'énergie hyperfréquence au plasma peut être du type résonant. Dans ce cas, la chambre primaire forme une cavité que l'on ajuste de façon que la fréquence des ondes électromagnétiques coïncide avec un mode de résonance de ladite cavité.

Le couplage d'énergie hyperfréquence peut également être du type non résonant. Un tel mode de couplage est avantageusement choisi ici à cause de sa très grande stabilité de fonctionnement, de la facilité d'optimisation du plasma et de son efficacité de production d'espèces excitées.

Ainsi, dans le mode de réalisation décrit, la chambre primaire 31 est incorporée, concentriquement dans une enceinte 3 au niveau de laquelle sont amenées les ondes électromagnétiques hyperfréquence générées par le générateur 5, à l'aide de moyens de couplage 6. Ces moyens de couplage comportent un tronçon 61 à section transversale droite continûment évolutive depuis une section amont 62 jusqu'à une section aval 63 rectangulaire, élargie par rapport à la section amont dans une direction perpendiculaire à celle du champ électrique, rétrécie dans une direction parallèle à celle du champ électrique, et raccordée à une partie terminale plate 34 entourant complètement l'enceinte 3. Les ondes électromagnétiques haute fréquence sont ainsi amenées à l'extérieur de la chambre primaire

31 pour y être couplées avec le gaz circulant à l'intérieur de cette chambre primaire. Le couplage est alors non résonnant, c'est-à-dire que la chambre primaire 31 ne dissipe pas thermiquement l'énergie électromagnétique qui lui est communiquée.

En fait, des courts-circuits hyperfréquence 32 et 33, constitués par des plaques annulaires entourant la chambre primaire 31, permettent de confiner le plasma dans une zone prédéterminée. De plus, il est prévu un court-circuit du genre piston 35, entouré complètement par la partie terminale 34 des moyens de couplage et disposé à l'opposé de la section aval du tronçon 61 par rapport à l'enceinte.

Ce piston est ajusté pour définir un champ électromagnétique désiré dans l'enceinte 3. Enfin, il est prévu également des vis d'accord 64 susceptibles de pénétrer de façon variable à l'intérieur des moyens de couplage 6.

Parmi les générateurs, ou réacteurs, à plasma offrant un couplage non résonnant, on peut choisir préférentiellement l'un de ceux ayant les caractéristiques générales du dispositif décrit dans la Demande de brevet français n° 89-06508 déposée le 18 mai 1989 et dont le contenu est incorporé à la présente description, à toutes fins utiles.

Dans un tel réacteur à plasma, il est prévu que, dans une partie au moins du tronçon 61 des moyens de couplage 6, deux parois opposées non parallèles de celui-ci comportent des contours internes de motifs symétriques l'un de l'autre et propres à agir sur l'erreur quadratique de phase du champ électrique. L'homme de l'art pourra se référer à cette précédente Demande de brevet pour plus de détails.

L'utilisation d'un tel réacteur à plasma présente l'avantage d'offrir un appareil de stérilisation ayant un encombrement réduit et de permettre l'obtention d'un plasma de grande homogénéité. Il est ainsi notamment possible d'obtenir  
 5 un dispositif de désinfection ayant un volume global de l'ordre d'une vingtaine de litres.

Le procédé de désinfection est alors le suivant.

10 Après avoir éventuellement défini au préalable les conditions de génération du plasma en réglant la position du piston 35, des vis 64 et des courts-circuits hyperfréquence 32 et 33, les échantillons à désinfecter sont introduits dans la chambre de désinfection et placés sur les plateaux  
 15 11. La porte 19 est ensuite refermée.

Une électrovanne d'isolement 16, placée entre la chambre de désinfection 1 et la pompe primaire 15 permet à cette dernière de créer un vide partiel dans la chambre de désinfection et la chambre primaire. La valeur de la pression  
 20 donnée par la jauge de pression 12 est comparée à une valeur de consigne minimale qui autorise l'ouverture de l'électrovanne 37 et permet l'introduction du gaz provenant des bouteilles 36. Après un temps prédéfini, nécessaire  
 25 à l'établissement d'une pression et d'un débit gazeux stable, le générateur hyperfréquence 5 est mis en marche, ce qui a pour effet de générer le plasma 4. Cette génération s'effectue généralement d'elle-même mais on peut la favoriser par un système d'amorçage 38, tel qu'un élément  
 30 piézo-électrique, provoquant une décharge électrique.

Afin de mieux mettre en évidence, dans un cas particulier, la nature des agents désinfectants extraits du plasma ainsi généré, on va maintenant supposer que le gaz admis  
 35 dans la chambre primaire est de l'oxygène, bien qu'il soit envisageable d'utiliser d'autres gaz.

Comme précisé ci-avant, le plasma est un mélange globalement neutre d'espèces diverses. Parmi celles-ci, on trouve des électrons et, dans le cas présent, des atomes d'oxygène excités, c'est-à-dire dont certains électrons ont transité depuis des orbitales inférieures vers des orbitales supérieures, ou encore des espèces secondaires, telles que de l'ozone et enfin des ions en majorité positifs. En raison du pompage effectué à la sortie de la chambre de désinfection au niveau de l'électrovanne 16, ces diverses espèces sont extraites du plasma, à l'exception des électrons qui n'existent que dans le plasma puisqu'ils sont créés par l'absorption d'énergie électromagnétique des autres espèces.

Parmi les espèces extraites, les ions vont se recombiner très rapidement sur une très courte distance. Seuls vont subsister les atomes d'oxygène excités ayant une longue durée de vie (de l'ordre de quelques minutes à quelques dizaines de minutes), ainsi que les molécules d'ozone. Ce sont ces espèces qui vont circuler dans la chambre de désinfection au contact des échantillons de façon à créer les processus réactionnels mentionnés ci-avant et agir ainsi comme des agents désinfectants. Il apparaît donc très clairement ici que, le mélange gazeux issu du plasma et contenant les atomes d'oxygène excités et les molécules d'ozone, est de nature différente de celle du plasma.

En fait, en ce qui concerne les atomes d'oxygène excités, certains vont entrer en collision avec une bactérie et casser alors par exemple une liaison bisulfure de cette dernière pour donner du dioxyde de soufre. Les autres vont se désexciter par une émission photonique en émettant un quantum d'énergie.

Après une durée de désinfection choisie, de l'ordre de une à quelques minutes, le fonctionnement du générateur

micro-ondes est arrêté, puis l'électrovanne de laminage 37 est fermée; l'électrovanne d'isolement 16 est à son tour fermée et une électrovanne de fuite 14, disposée entre la chambre de désinfection et une bouteille de gaz stérile 13, est ouverte permettant l'introduction de ce gaz stérile à la pression atmosphérique dans la chambre de traitement. Lorsque la pression atmosphérique est rétablie, la porte 19 peut être ouverte et les échantillons désinfectés sont retirés.

10

On peut éventuellement remplacer l'admission de gaz stérile après la désinfection par une admission d'air ambiant. D'autre part, les moyens automatiques de verrouillage 17 de la porte 19 peuvent être complétés par des moyens de détection d'énergie micro-ondes 51, significatifs de la bonne marche du générateur, ainsi que par un détecteur optique de plasma 39, aux fins d'automatiser davantage le procédé de désinfection.

15

20

Il apparaît ici que l'invention peut également être envisagée sous l'aspect d'un dispositif de désinfection d'un échantillon comprenant en combinaison :

25

- une chambre de désinfection possédant un support susceptible de recevoir l'échantillon,

- une chambre primaire, jouxtant ladite chambre de désinfection et communiquant avec elle,

30

- des moyens de génération de plasma susceptibles de générer un plasma à l'intérieur de la chambre primaire, et,

35

- des moyens de désinfection propres à extraire un agent désinfectant dudit plasma et à le faire circuler au contact

de l'échantillon à travers la chambre de désinfection.

La figure 2 illustre un mode de réalisation de la chambre de désinfection dans lequel le plateau supportant les échantillons est mobile relativement à cette chambre de désinfection. Sur cette figure 2, les éléments analogues ou ayant des fonctions analogues à ceux représentés sur la figure 1 ont des références augmentées de 100 par rapport à celles qu'ils avaient sur cette même figure 1. Seules les différences entre ces deux figures seront décrites ci-après.

Le plateau tournant 111 est de forme générale cylindrique, en un matériau conducteur, tel que de l'aluminium. Il est constitué d'une plaque inférieure 111b reliée à la masse électrique et d'une plaque supérieure 111a. Ce support 111 est entraîné en rotation à l'aide de moyens moteurs et d'une courroie 111e. Cette rotation des échantillons à l'intérieur de la chambre de désinfection permet de conférer aux différentes faces des échantillons des orientations différentes relativement à la direction d'incidence FG des agents désinfectants. Cet aménagement permet notamment de contribuer à une meilleure homogénéisation et à une désinfection plus rapide.

Pour permettre une désinfection de la face des échantillons 102 en contact avec le plateau 111, il est prévu qu'au moins la plaque supérieure 111a soit percée d'une multitude de trous.

Pour assurer une désinfection encore plus homogène des échantillons 102, éventuellement combinée avec un nettoyage de ceux-ci, il est prévu des moyens 111c intercalés entre les deux plaques 111a et 111b du support, et propres à engendrer des vibrations de la plaque supérieure 111a lorsqu'ils sont excités par un générateur 111d. Une fré-

quence de vibration peut être par exemple de l'ordre de 100 HZ.

Pour des désinfections particulières dans lesquelles un bombardement ionique serait nécessaire pour détruire certains micro-organismes très résistants, il est également prévu des moyens de polarisation 118 propres à polariser le plateau 111. Ces moyens peuvent être, par exemple, un générateur à courant continu, ou bien un générateur d'ondes électromagnétiques de fréquence ultrasonore ou radio-fréquence.

Des essais ont été réalisés avec un plasma confiné dans une chambre primaire tubulaire en quartz, d'un diamètre de 25 cm et d'une hauteur de 10 cm. La puissance des ondes hyperfréquence incidentes était de 600 Watts et leur fréquence était égale à 2,45 GHz. Le système de pompage utilisé a permis de fonctionner à une pression comprise entre 0,01 mm et 10 mm de mercure. Les débits de gaz étaient de l'ordre de 100 cm<sup>3</sup> par minute dans les conditions standards de pression et de température.

A l'intérieur de la chambre de désinfection, d'une section de 500 cm<sup>2</sup>, les échantillons à désinfecter reposaient sur un plateau cylindrique, hors du champ électromagnétique. Ce plateau en aluminium était animé d'un mouvement de rotation de quelques tours par minute pour permettre un traitement homogène sur toutes les faces de ces échantillons.

30

Lors d'une première série d'essais, les échantillons étaient des flacons de serum physiologique contaminés par des bactéries salmonella thyphimurium C5, pseudomonas aeruginosa et staphillococcus auerus dans des concentrations variant de 10<sup>6</sup> à 10<sup>9</sup> par millilitre. Une désinfection totale en

35



moins de trois minutes a été obtenue en utilisant de l'oxygène, les échantillons initialement contaminés sont ressortis à une température de l'ordre de 20 à 40°C.

5 Lors d'une deuxième série d'essais, les échantillons consistaient en des instruments médico-chirurgicaux tels que seringues, brosses, miroirs, pinces, scalpel. La désinfection a été réalisée en six minutes sans échauffement néfaste de température, ni détérioration de ces échantillons.

10 Le mode de réalisation illustré sur la figure 3 permet de mettre en oeuvre un procédé de stérilisation, c'est-à-dire des étapes de désinfection telle qu'évoquées ci-avant, suivies d'un conditionnement stérile de l'échantillon  
15 désinfecté. Sur cette figure, les éléments analogues ou ayant des fonctions analogues à ceux représentés sur la figure 1 ont des références augmentées de 200 par rapport à cette même figure. Seules les différences entre ces deux figures seront décrites ci-après.

20 La chambre primaire 231 et l'enceinte 203 sont de forme générale prismatique, de relativement grande largeur, par exemple un mètre. Le support 211 des échantillons consiste ici en un tapis de défilement sur lequel sont  
25 placés les échantillons 202. Ceux-ci défilent alors devant le flux d'espèces réactives issues du plasma 204. Après leur désinfection, les échantillons subissent une étape de conditionnement stérile dans une chambre 270. Plus  
notamment, les échantillons sont par exemple insérés

moins de trois minutes a été obtenue en utilisant de l'oxygène, les échantillons initialement contaminés sont ressortis à une température de l'ordre de 20 à 40°C.

5 Lors d'une deuxième série d'essais, les échantillons consistaient en des instruments médico-chirurgicaux tels que seringues, brosses, miroirs, pinces, scalpel. La désinfection a été réalisée en six minutes sans échauffement néfaste de température, ni détérioration de ces échantillons.

10 Le mode de réalisation illustré sur la figure 3 permet de mettre en oeuvre un procédé de stérilisation, c'est-à-dire des étapes de désinfection telle qu'évoquées ci-avant, suivies d'un conditionnement stérile de l'échantillon  
15 désinfecté. Sur cette figure, les éléments analogues ou ayant des fonctions analogues à ceux représentés sur la figure 1 ont des références augmentées de 200 par rapport à cette même figure. Seules les différences entre ces deux figures seront décrites ci-après.

20 La chambre primaire 231 et l'enceinte 203 sont de forme générale prismatique, de relativement grande largeur, par exemple un mètre. Le support 211 des échantillons  
25 consiste ici en un tapis de défilement sur lequel sont placés les échantillons 202. Ceux-ci défilent alors devant le flux d'espèces réactives issues du plasma 204. Après leur désinfection, les échantillons subissent une étape de conditionnement stérile dans une chambre 270. Plus  
30 précisément, les échantillons sont par exemple insérés automatiquement entre deux feuilles de matériau polymère thermosoudable et sont ensuite conditionnés les uns après les autres dans le fond de la chambre 270.

35 Pour accroître encore l'homogénéité de la désinfection et pour diminuer sa durée, il est avantageusement envisagé de mettre en oeuvre l'invention à l'aide du mode de réali-

sation décrit sur la figure 4. Sur cette figure également, les éléments analogues ou ayant des fonctions analogues à ceux représentés sur la figure 1 ont des références augmentées de 300 par rapport à celles qu'ils avaient sur cette même figure. Seules les différences entre ces deux figures seront décrites.

Le dispositif de désinfection comporte alors deux chambres primaires 331 et 331' placées par exemple en vis-à-vis l'une de l'autre à chaque extrémité de la chambre de désinfection 301. On génère respectivement deux plasmas 304 et 304' dans les deux chambres primaires 331 et 331' à l'aide de gaz pouvant être identiques ou bien différents.

On met alors en contact l'échantillon 302 pendant un temps choisi, simultanément avec des agents désinfectants extraits des deux plasmas et circulant à travers la chambre de désinfection 301 pour être évacués au travers de l'électrovanne 316.

L'invention permet également de désinfecter du matériel médico-chirurgical contenant des circuits électroniques sensibles à une élévation de température. On peut également envisager des applications de l'invention dans d'autres domaines, comme la stérilisation d'objets destinés à être envoyés dans l'espace.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation ci-dessus décrits mais en embrasse toutes les variantes, notamment la suivante :

- il est envisageable d'utiliser de l'air ambiant pour la génération du plasma. On peut également choisir les gaz destinés à générer le plasma dans le groupe défini par le chlore ( $\text{Cl}_2$ ), l'oxygène ( $\text{O}_2$ ), l'azote ( $\text{N}_2$ ), l'hydrogène ( $\text{H}_2$ ), leurs composés, l'argon (Ar), les al-

déhydes et les mélanges des précédents. Il convient de remarquer ici que le terme "gaz" doit être pris dans un sens très large englobant éventuellement des phases de vapeur saturante de certains mélanges tels que certains aldéhydes ou l'eau de Javel sous forme de vapeur saturante.

5

Bien entendu, certains des moyens décrits ci-dessus peuvent être omis dans les variantes où ils ne servent pas.

Revendications

1. - Procédé de désinfection d'un échantillon, caractérisé par les étapes suivantes :

5

a) on définit une chambre de désinfection (1) à l'intérieur de laquelle on place l'échantillon (2) sur un support (11),

10

b) on définit au moins une chambre primaire (31) jouxtant ladite chambre de désinfection (1) et communiquant avec elle et on génère un plasma (4) à l'intérieur de cette chambre primaire, et,

15

c) on met en contact l'échantillon (2), pendant un temps choisi, avec un agent désinfectant extrait dudit plasma et circulant à travers ladite chambre de désinfection (1).

20

2. - Procédé selon la revendication 1, caractérisé

en ce que, dans l'étape b), on génère le plasma à partir d'un gaz choisi, continûment introduit dans la chambre primaire,

25

et en ce que, dans l'étape c), on récupère, dans la chambre de désinfection un mélange gazeux, de nature différente de celle dudit gaz choisi et dudit plasma, ce mélange gazeux contenant ledit agent désinfectant et circulant  
30 au contact de l'échantillon avant d'être évacué continûment de la chambre de désinfection.

35

3. - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que, dans l'étape b), on couple ledit gaz choisi avec des ondes électromagnétiques choisies dans le domaine s'étendant depuis les ondes électromagnétiques de fréquence

ultrasonore jusqu'aux ondes électromagnétiques hyperfréquence.

5 4. - Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on couple ledit gaz choisi avec des ondes électromagnétiques hyperfréquence, de préférence à une fréquence de 2,45 GHZ.

10 5. - Procédé selon l'une des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que l'on choisit ledit gaz dans le groupe formé par le chlore, l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, leurs composés, l'argon, les aldéhydes et les mélanges des précédents.

15 6. - Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, dans l'étape c), on met l'échantillon en mouvement à l'intérieur de la chambre de désinfection.

20 7. - Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, dans l'étape c), on polarise le support de l'échantillon.

25 8. - Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, dans l'étape b), on définit au moins deux chambres primaires distinctes (331,331') dans lesquelles on génère respectivement deux plasmas (304,304'), et en ce que, dans l'étape c), on met en contact l'échantillon pendant un temps choisi, simultanément avec des agents désinfectants extraits des deux plasmas et circulant  
30 à travers ladite chambre de désinfection.

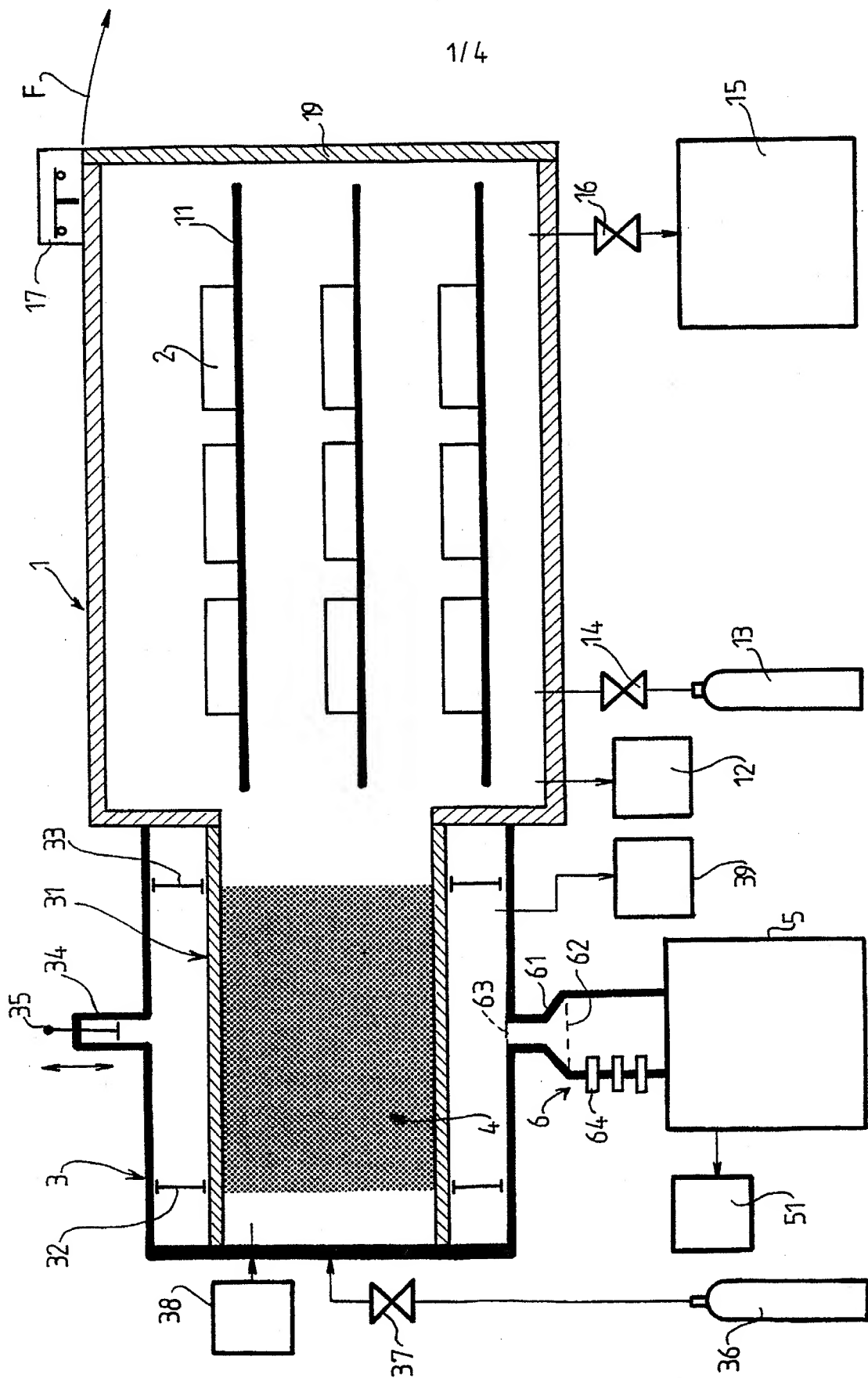
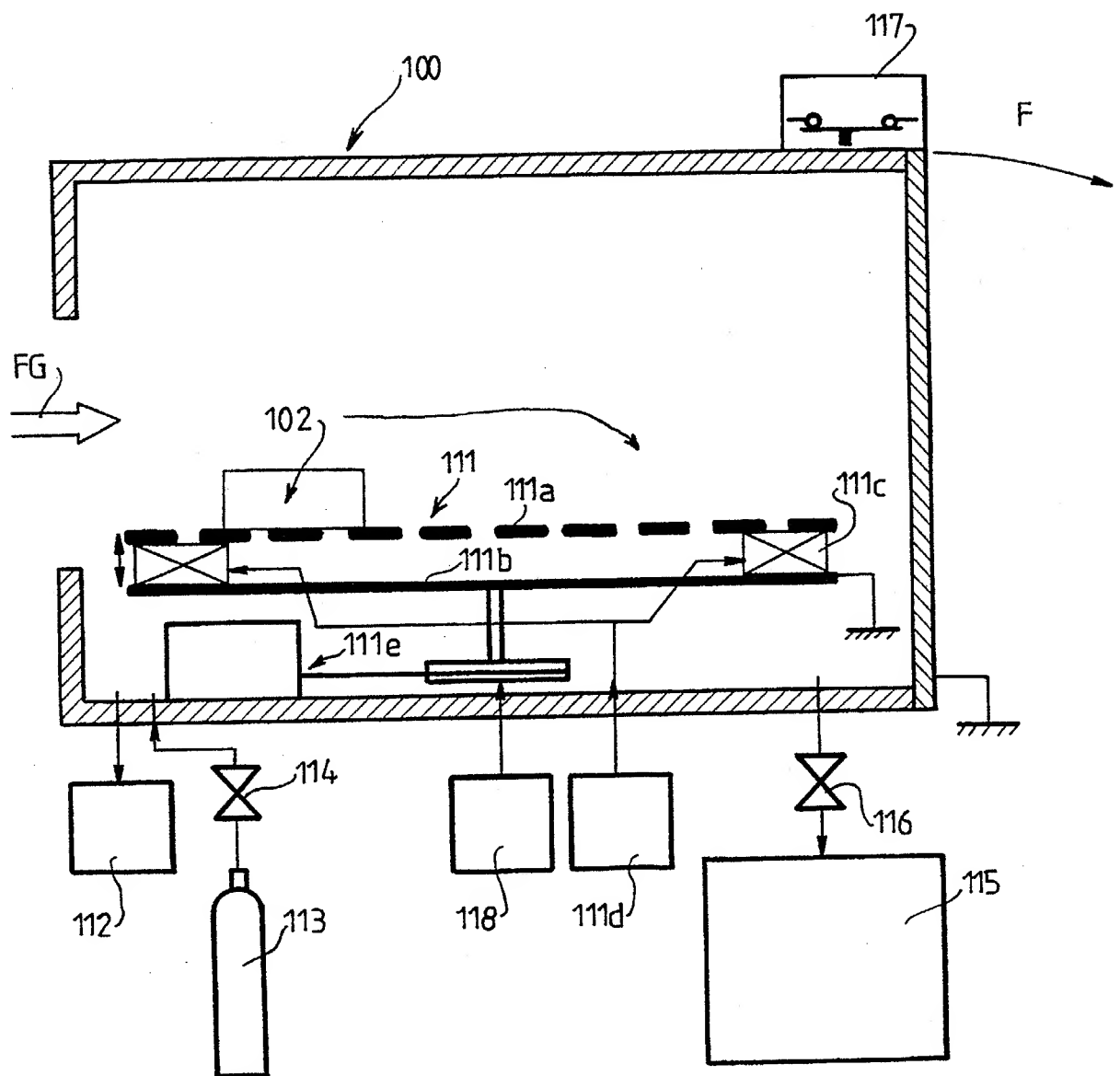


FIG. 1

FIG. 2



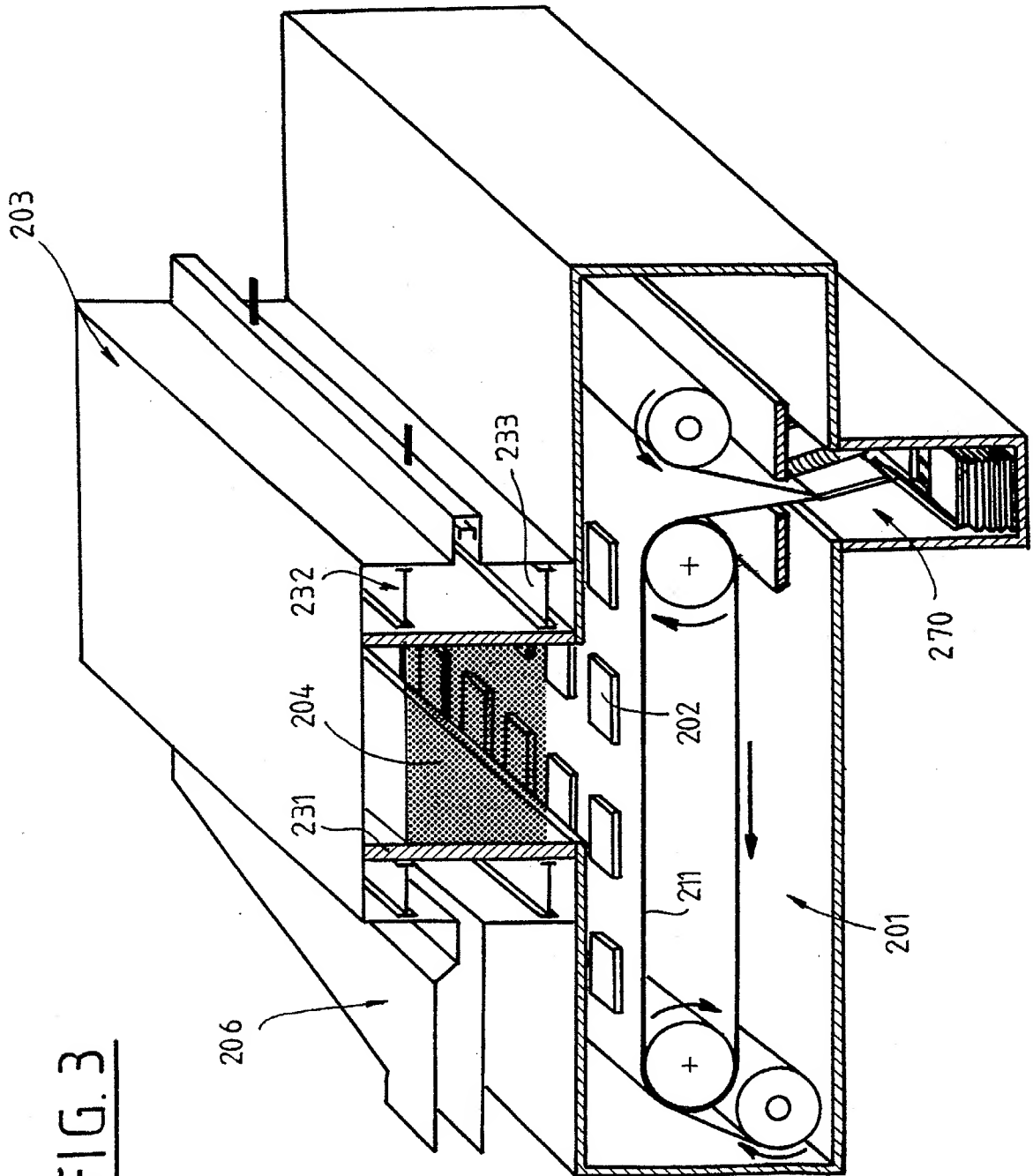


FIG. 3

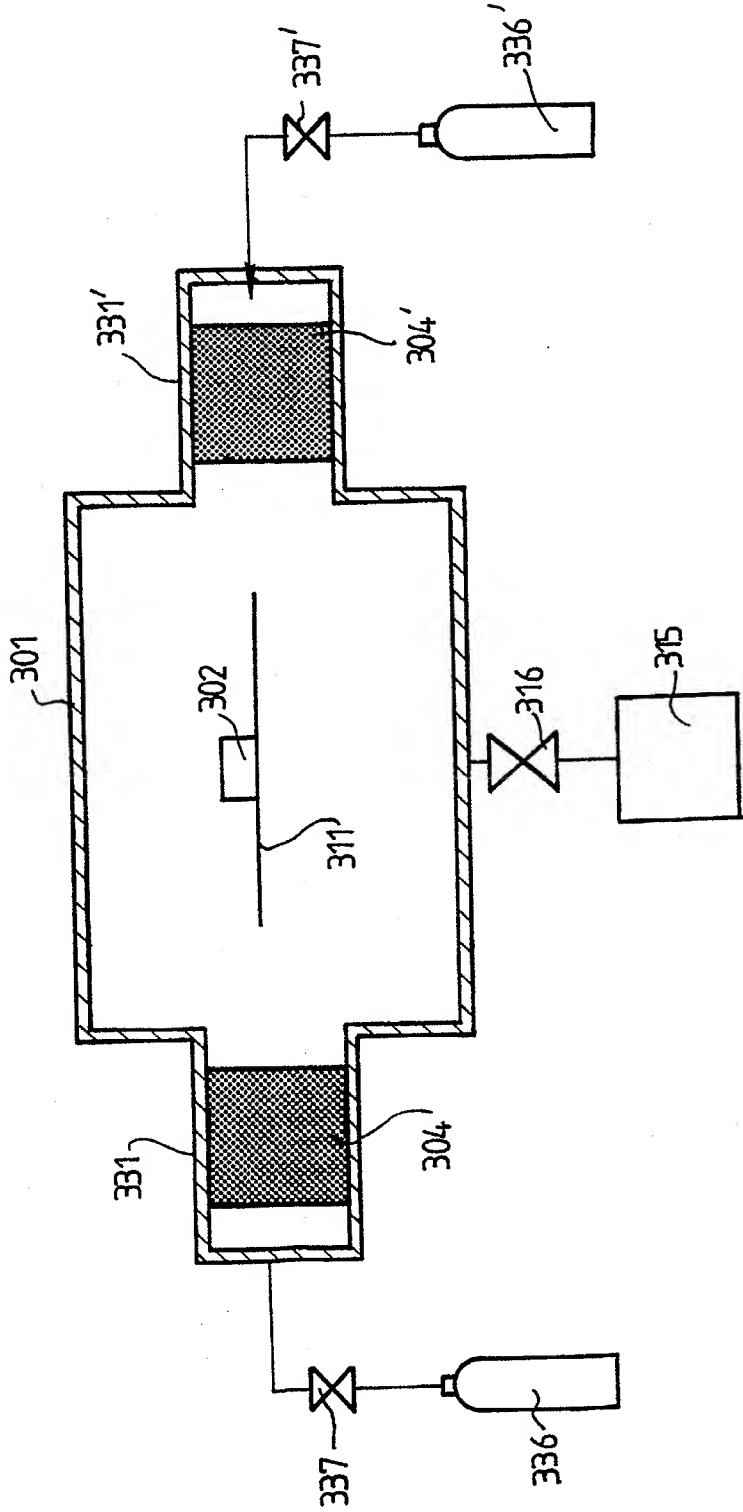


FIG. 4

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 8914584  
FA 434104

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 7, no. 285 (C-201)[1430], 20 décembre 1983; & JP-A-58 162 276 (IWATANI SANGYO K.K.) 26-09-1983 * Abrégé *	1-8
X	US-A-4 640 782 (J. BURLESON) * Colonne 2, lignes 46-68; colonne 3, lignes 24-27; figures; revendications *	1-8
X	DE-A-3 642 638 (F. SUPPAN) * Revendications; colonne 3, lignes 1-8 *	1-8
A	FR-A-2 169 814 (THE BOEING CO.) * Revendications; figures *	
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		A 61 L
Date d'achèvement de la recherche 20-06-1990		Examineur COUSINS-VAN STEEN G.I.L.
<p><b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		